

EP/02/14893

MODULATO  
L.C.A. - 101

Mod. C.E. - 1-4-7

10/500309

Rec'd PCT/PTO 28 JUN 2004

*Handwritten signature*

# Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività  
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi  
Ufficio G2



Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

N.

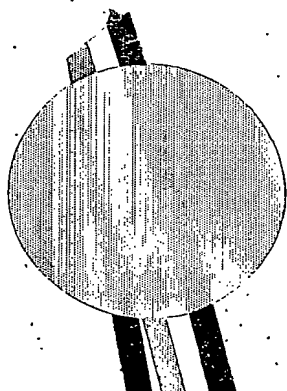
MI2001 A 002826

REC'D 06 JUN 2003  
WIPO PCT

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Roma, li ..... 11 NOV. 2002



IL DIRIGENTE  
*Elena Ricciulli*  
Sic. F. MARINELLI

BEST AVAILABLE COPY



RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2001A 002826 REG. A

DATA DI DEPOSITO 28/12/2001

NUMERO BREVETTO

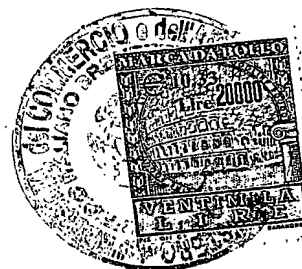
DATA DI RILASCIO

## D. TITOLO

"Elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare per cilindri e pistoni di compressori alternativi".

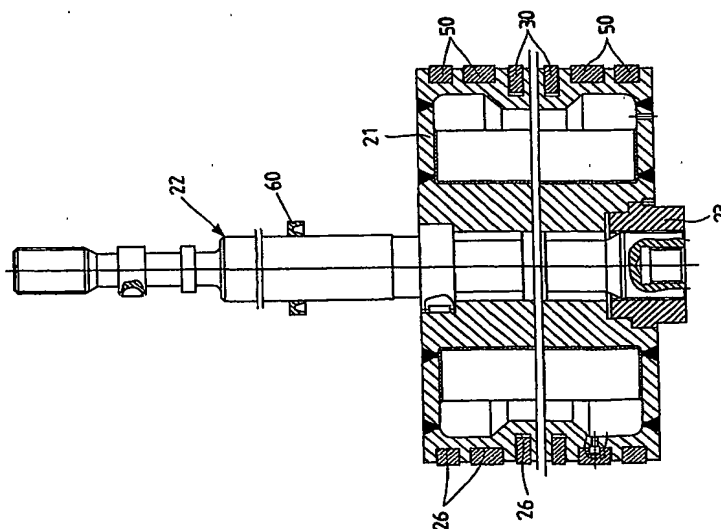
## L. RIASSUNTO

Un elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) ad usura ridotta, in particolare per cilindri e pistoni di compressori alternativi, realizzato almeno parzialmente in un materiale plastico autolubrificante; tale materiale comprende una matrice polimerica (11), resistente all'usura, in cui sono disperse microcapsule (12), contenenti un agente lubrificante.



## M. DISEGNO

Fig.3



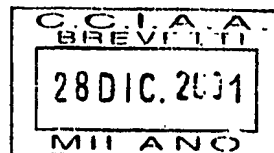
MI 2001A 002826

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale

a nome: NUOVO PIGNONE HOLDING S.p.A.

di nazionalità: italiana

con sede in: FIRENZE FI



-----

La presente invenzione si riferisce ad un elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare per cilindri e pistoni di compressori alternativi.

Più precisamente, la presente invenzione si riferisce ad un materiale plastico ad azione autolubrificante, particolarmente idoneo per realizzare tali elementi di tenuta.

Notoriamente, i compressori alternativi sono provvisti di un pistone che viene mosso assialmente all'interno di un cilindro per comprimere un gas.

Generalmente, il pistone dei compressori alternativi è provvisto di uno o più elementi di forma anulare con funzione di tenuta e di guida, detti anche anelli del pistone, disposti coassialmente all'asse del pistone e del cilindro, in una sede formata sulla parete laterale del pistone stesso.

In altri casi tali elementi, che possono svolgere le due funzioni di tenuta e di guida anche contemporaneamente, possono essere alloggiati sulla

parte fissa del cilindro: in questo caso è la superficie del pistone a funzionare da superficie di scorrimento.

Esistono anche elementi con funzione di tenuta posti sull'asta del pistone, che sono alloggiati in cave solidali al corpo del cilindro e lavorano sul loro diametro interno; ivi si accoppiano con la superficie dell'asta, che funziona da superficie di scorrimento.

Con il termine di elemento di tenuta, nella presente domanda di brevetto, si indicano tutti gli elementi con funzione di tenuta e/o di guida appena descritti.

E' notorio inoltre che tali elementi, scorrendo lungo la cavità cilindrica, sono soggetti ad usura.

Al fine di limitare questa usura si cerca di ridurre al minimo l'attrito tra le superfici in scorrimento ricorrendo all'utilizzo di lubrificanti, in forma liquida o di polvere.

Nonostante lo scorrimento avvenga generalmente in presenza di lubrificanti l'usura pregiudica col tempo l'integrità dell'elemento di tenuta cosicché il compressore, dopo un primo periodo di servizio, non è più in grado di raggiungere i più elevati valori di pressione.

Questo inconveniente rappresenta un problema particolarmente gravoso per i compressori con cilindri lubrificati a secco (cioè senza lubrificazione forzata) e/o con elevata pressione di esercizio in cui l'anello di tenuta è chiamato a mantenere, durante il movimento, un elevato differenziale di pressione.

Per minimizzare l'usura tra le parti in contatto durante lo scorrimento, si è ricorso, per la realizzazione dell'elemento di tenuta, all'utilizzo di nuovi materiali resistenti al logoramento.

Tra i materiali non metallici, un tipico materiale attualmente in uso per realizzare l'elemento di tenuta è costituito dal tetrafluoroetilene o miscele plastiche che lo contengono.

Questa resina, PTFE in forma abbreviata, trova ampia applicazione grazie al suo ridotto modulo elastico, alla sua facilità di maneggevolezza, alle proprietà di tenuta ed al suo basso coefficiente di attrito dinamico.

Si è però riscontrato che l'elemento di tenuta realizzato in resine di PTFE, con particolare riferimento agli anelli di tenuta dei pistoni alternativi, tende, se sottoposto a condizioni di

stress prolungato, a deformarsi permanentemente. In particolare, in condizioni di esercizio ad elevata pressione e temperatura gli anelli di tenuta in PTFE non solo si deteriorano precocemente ma sono anche soggetti a deformazioni permanenti, lungo la linea di taglio, di entità tale da pregiudicarne la tenuta.

Inoltre, poiché nei compressori alternativi la temperatura delle superfici in scorrimento non adeguatamente lubrificate può innalzarsi a valori superiori a  $100^{\circ}\text{C}$ , gli stessi elementi di tenuta in PTFE sono sovente soggetti ad estrusione quando sottoposti ad elevati carichi di pressione. Specialmente quando i membri di accoppiamento che devono essere posti a contatto nello scorrimento con gli elementi di tenuta sono realizzati in acciaio dotato di bassa conduttività termica, la temperatura della superficie in scorrimento tende ad incrementare eccessivamente a causa dell'accumulo di calore nell'acciaio anche se il lubrificante trasmette calore adeguatamente al membro di accoppiamento.

Nel caso poi in cui i membri di accoppiamento siano realizzati in lega di alluminio, dotata di rivestimento anticorrosivo o antiusura, si verifica una ridotta trasmissione del calore. In queste condizioni, si possono verificare danneggiamenti



strutturali non solo a livello del rivestimento del cilindro ma addirittura del substrato in alluminio.

L'utilizzo del PTFE nella realizzazione di elementi di tenuta risulta quindi essere, in determinate condizioni di utilizzo, così poco soddisfacente da richiedere il rinforzo con altre fibre, additivi e cariche, la cui aggiunta non è però scevra dal presentare inconvenienti.

Attualmente, oltre al PTFE vengono quindi utilizzati altri materiali a base non metallica e a basso coefficiente di attrito per realizzare elementi di tenuta, quali le resine PEEK e PBS.

In particolare, il PEEK è un materiale altamente resistente all'usura anche in applicazioni con elevati carichi di esercizio ed elevati valori di pressione.

Si è però riscontrato che l'utilizzo del PEEK quale unico costituente degli elementi di tenuta di compressori alternativi, può determinare un eccessivo logorio delle camicie di rivestimento dei cilindri.

Questo inconveniente è stato solo parzialmente risolto mediante l'aggiunta di opportune cariche lubrificanti tra le superfici in scorrimento.

Il PBS viene attualmente utilizzato, in alternativa nella realizzazione di elementi di tenuta



poiché questo polimero è relativamente resistente alle alte temperature ed è in grado di formare solfuri ad azione lubrificante. Queste caratteristiche lo rendono particolarmente idoneo nelle applicazioni con scorrimento a secco.

Il PBS presenta però l'inconveniente di non possedere un'elevata conduttività termica il che ne limita l'utilizzo nelle condizioni di esercizio con temperatura elevate.

Per ovviare questo inconveniente e per incrementarne la resistenza meccanica, il PBS viene utilizzato in combinazione con additivi e cariche che consentano di rimuovere il calore in eccesso.

Si è infatti riscontrato che, nei compressori alternativi con cilindri lubrificati a secco, gli elementi di tenuta a base polimerica lavorano essenzialmente grazie allo strato di trasferimento presente sulla superficie metallica della camicia di rivestimento del cilindro. Questo fenomeno determina un contatto di scorrimento polimero-polimero a basso attrito. Nel caso in cui sia assente questo strato di trasferimento si può verificare un contatto metallo-polimero ad elevato attrito che determina una precoce usura dell'anello di tenuta.

Pertanto, in assenza di lubrificazione forzata, le prestazioni degli elementi di tenuta di comune utilizzo, sostanzialmente dipendono dalla presenza o meno di questo strato di trasferimento.

Risulta così evidente che sarebbe importante potersi avvantaggiare di elementi di tenuta in materiali a bassa velocità di usura ed in grado di realizzare, in maniera continuativa, una pellicola di trasferimento che riduca la forza di attrito tra le parti in scorrimento.

Scopo della presente invenzione è quindi quello di ovviare agli inconvenienti in precedenza menzionati ed in particolare quello di realizzare un elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare per cilindri e pistoni di compressori alternativi, che consenta di eliminare od attenuare sostanzialmente gli inconvenienti della tecnica nota che portano ad una precoce usura, con conseguente scarsa affidabilità.

Un altro scopo della presente invenzione consiste nel fornire un materiale a base non metallica per realizzare un elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare per cilindri e pistoni di compressori alternativi, che abbia una bassa velocità di usura e non necessiti di una

lubrificazione forzata in modo tale da risultare quindi di forte utilità nelle applicazioni di cilindri lubrificati a secco.



Un ulteriore scopo dell'invenzione consiste nel fornire un materiale plastico autolubrificante per un elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare per cilindri e pistoni di compressori alternativi, dotato di elevate caratteristiche di resistenza all'usura anche in condizioni con elevato carico di pressione ed elevati valori di temperatura.

Non ultimo scopo consiste nel fornire un materiale plastico per la realizzazione di un elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare per cilindri e pistoni di compressori alternativi, che sostanzialmente non sia soggetto a deformazioni permanenti in condizioni di scorrimento senza lubrificante.

Questi ed altri scopi secondo la presente invenzione sono raggiunti realizzando un elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare per cilindri e pistoni di compressori alternativi come esposto nella rivendicazione 1.

In particolare, viene individuato, in accordo con un primo aspetto della presente invenzione, un elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare

per cilindri e pistoni di compressori alternativi, realizzato con un materiale autolubrificante comprendente una matrice polimerica resistente all'usura in cui sono disperse microcapsule contenenti un agente lubrificante.

Ulteriori caratteristiche sono previste nelle rivendicazioni successive.

Vantaggiosamente, la matrice polimerica dell'elemento di tenuta secondo la presente invenzione comprende una o più resine termoplastiche e/o termoindurenti dotate di bassa velocità di usura anche in condizioni di elevata pressione e temperatura.

In accordo ad una forma di realizzazione preferita dell'invenzione tale matrice polimerica comprende uno o più polichetoni, vantaggiosamente di tipo aromatico, tra questi polichetoni essendo preferito l'utilizzo del polietereterchetone (PEEK).

In accordo ad un'altra forma di realizzazione, possono essere utilizzati, come componenti base di tale matrice polimerica, resine termoplastiche o termoindurenti dotate di elevata resistenza all'usura in condizioni di lavoro con valori elevati di carico, quali, ad esempio, politetrafluoroetilene (PTFE) e polibutadiene stirene (PBS), singolarmente, in

associazione tra loro, o in miscela con altri polimeri.

Nella matrice polimerica dell'elemento di tenuta dell'invenzione possono altresì essere presenti ulteriori sostanze atte a conferire una maggiore resistenza all'usura da attrito.

Ad esempio, la matrice polimerica può includere additivi e/o cariche che svolgano la funzione di incrementare la conduttività termica del materiale dell'invenzione, per rimuovere efficacemente il calore sviluppato a seguito di eventuali frizioni tra le parti in scorrimento.

Il materiale dell'elemento di tenuta dell'invenzione può vantaggiosamente incorporare anche fibre ad elevata resistenza meccanica, alla deformazione ed al logorio.

In accordo ad una forma di realizzazione, la matrice polimerica prevede ulteriormente l'inclusione di una fase dura e/o di una pellicola di trasferimento per ridurre l'attrito tra i partner di scorrimento.

Caratteristica essenziale del materiale dell'elemento di tenuta dell'invenzione è la presenza di microcapsule lubrificanti, disperse all'interno della matrice polimerica.

Nell'ambito della presente invenzione, con il termine di microcapsule lubrificanti si intendono particelle e multiparticelle lubrificanti incapsulate, fluidi omogenei o stratificati lubrificanti incapsulati ed in generale agenti lubrificanti incorporati in microcapsule.

Agenti lubrificanti idonei sono gli oli lubrificanti quali, ad esempio, oli organici, naturali o sintetici.

Oli particolarmente idonei sono gli oli lubrificanti a bassa acidità e resistenti ad elevate temperature di esercizio.

Secondo una forma di realizzazione preferita, l'olio lubrificante incorporato in dette microcapsule presenta dei valori di viscosità compresi nell'intervallo tra 20-250 cSt, misurati ad una temperatura di circa 40°C.

Le microcapsule utilizzate nell'ambito della presente invenzione possono essere sferiche, simmetriche, o di forma irregolare.

In accordo ad una forma di realizzazione le capsule presentano un diametro medio compreso nell'intervallo tra 5-500 micron.

Vantaggiosamente dette microcapsule comprendono un guscio in cera o in un materiale polimerico,

preferibilmente poliossimetilene urea, PMU in forma abbreviata.

Le microcapsule possono contenere, oltre all'agente lubrificante, additivi selezionati in funzione delle applicazioni richieste. In particolare, per gli utilizzi in condizioni di elevata pressione possono essere incorporati microelementi quali zinco, boro e loro miscele.

Vantaggiosamente, le microcapsule lubrificanti sono disperse uniformemente all'interno della matrice polimerica in maniera da raggiungere valori in peso compresi tra il 2-30% in peso.

Le capsule contenenti il fluido lubrificante possono essere realizzate ricorrendo a diverse tecnologie di microincapsulazione, tra cui i processi di spruzzatura a secco, prilling, coacervazione, con perle soffici di alginato e di polimerizzazione in situ.

Le diverse tecniche di incapsulazione dei lubrificanti sono utilizzate in funzione delle dimensioni richieste per le particelle lubrificanti ed in funzione dell'utilizzo finale del materiale plastico dell'invenzione..



La tecnologia di spruzzatura a secco consente, ad esempio, di incapsulare gli oli in capsule di dimensioni ridotte a 5-30 micron.

Nella tecnica di prilling, con cui sono solitamente realizzate capsule di dimensioni tra 1-100, il lubrificante da incapsulare viene preliminarmente introdotto in una cera fusa o altra matrice polimerica, quindi spruzzata in goccioline e raffreddata per solidificare. Le microcapsule realizzate agiscono come un guscio per il lubrificante di riempimento. Le microcapsule realizzate mediante prilling rilasciano il lubrificante sotto pressione o, se desiderato, a seguito di esposizione ad un valore di temperatura predeterminato, scegliendo polimeri con un opportuno punto di fusione.

Il lubrificante può altresì essere inglobato mediante metodo di coacervazione in capsule di diametro nell'intervallo tra 25 e ca. 300 micron.

Nella coacervazione semplice le pareti delle capsule sono tipicamente realizzate in gelatina, polivinilacolo, metilcellulosa, polivinilpirrolidone, ed altri polimeri.

Nella coacervazione con complesso sono utilizzati sistemi a base di copolimeri di gelatina-



acacia come materiali per realizzare la parete delle capsule.

Tra le diverse tecnologie disponibili la tecnica di polimerizzazione in situ è quella preferita per la realizzazione delle microcapsule poiché consente di realizzare un guscio polimerico resistente, preferibilmente in copolimero urea-formaldeide (PMU), attorno alla goccia di liquido lubrificante. L'incapsulamento in un guscio di PMU è tipicamente una tecnica di emulsione, in cui il materiale da incapsulare è emulsionato in una soluzione acquosa.

A titolo di esempio è possibile utilizzare, nell'ambito della presente invenzione, microcapsule contenenti lubrificante, realizzate con il metodo descritto nel brevetto americano 5,112,541.

Una volta realizzate le microcapsule queste sono incorporate nella matrice polimerica preferibilmente mediante stampaggio, ad esempio mediante stampaggio per compressione o iniezione.

Durante lo stampaggio vengono convenientemente utilizzate temperature comprese nell'intervallo tra 260-350°C.

Vantaggiosamente lo stampaggio per compressione viene realizzato all'interno di uno stampo chiuso per

permettere un riscaldamento ed una pressurizzazione uniforme del materiale composito.

Secondo una forma di realizzazione, lo stampo viene pressurizzato a freddo ad esempio a 1,5-2,5t per espellere l'aria dallo stampo. Lo stampo viene posto in una pressa preriscaldata. La temperatura della pressa, convenientemente, dipende dal punto di fusione del materiale polimerico utilizzato. Si lascia raggiungere ca. l'80-90% della temperatura selezionata prima di applicare il carico. Il carico viene quindi applicato generalmente con valori tra 250-1500Kg con incrementi di tempo e pressione per un periodo totale di ca. 10-15 minuti. Il carico finale viene mantenuto mentre lo stampo viene lasciato raffreddare a temperatura ambiente.

In accordo ad un'altra forma di realizzazione, si ricorre all'uso di una tecnica di stampaggio ad iniezione, con basse temperature di lavorazione o brevi cicli di riscaldamento e raffreddamento.

Si è riscontrato che l'utilizzo del materiale autolubrificante dell'elemento di tenuta dell'invenzione consente di minimizzare lo strato di trasferimento richiesto per l'autolubrificazione, fornendo, grazie alla presenza delle microcapsule, una sorgente lubrificante reintegrabile. Inoltre, il

suo uso riduce sorprendentemente la velocità di usura dell'elemento di tenuta, minimizzando il rischio di logoramento della superficie del partner di scorrimento ed incrementando la vita di servizio del compressore.



Vantaggiosamente, l'elemento di tenuta della presente invenzione è l'anello di tenuta di un pistone o cilindro di un compressore alternativo che consente di ridurre l'attrito e/o migliorare sensibilmente la durata di servizio, in particolare nelle applicazioni con scorrimento a secco.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi riferibili all'elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare per pistoni o cilindri di compressori alternativi, secondo la presente invenzione risulteranno maggiormente evidenti dalla seguente descrizione, fornita solo a scopo esemplificativo e non limitativo, riferita ai disegni schematici allegati nei quali:

la figura 1 è una rappresentazione schematica dell'operatività di un elemento di tenuta convenzionale di un pistone in un compressore alternativo;

la figura 2 è una rappresentazione schematica di una sezione laterale di un elemento di tenuta dell'invenzione e del partner di scorrimento;

la figura 3 mostra un vista in alzata laterale parzialmente sezionata di un pistone dotato di elementi di tenuta secondo l'invenzione;

la figura 4 è una vista in pianta dall'alto di una prima realizzazione di elemento di tenuta secondo l'invenzione, avente funzione di tenuta per il pistone;

la figura 5 mostra una vista in alzata laterale dell'elemento di tenuta di figura 4;

la figura 6 è una vista in pianta dall'alto di una seconda realizzazione di elemento di tenuta secondo l'invenzione, avente funzione di tenuta per il pistone;

la figura 7 mostra una vista in alzata laterale dell'elemento di tenuta di figura 6;

la figura 8 è una vista in pianta dall'alto di una terza realizzazione di elemento di tenuta secondo l'invenzione, avente funzione di guida per il pistone;

la figura 9 mostra una vista in alzata laterale dell'elemento di tenuta di figura 8;

la figura 10 è una vista in pianta dall'alto di una quarta realizzazione di elemento di tenuta secondo l'invenzione, avente funzione di tenuta per un'asta del pistone;

la figura 11 mostra una sezione inalzata laterale dell'elemento di tenuta di figura 10, eseguita secondo il piano di traccia XI - XI della figura 10 stessa.

Con riferimento alla figura 1, viene mostrato un elemento di tenuta 10 convenzionale in resina di PEEK, disposto in una sede laterale 26 di un pistone 21 di un compressore alternativo (non mostrato). Il pistone 21 si muove con movimento alternativo scorrendo lungo una camicia interna 24 di un cilindro (non mostrato). Il movimento di scorrimento tra i due partner di scorrimento ha luogo grazie ad uno strato di scorrimento 25 disposto sulla superficie metallica della camicia 24. Questo strato o pellicola consente un movimento alternativo a basso coefficiente di attrito. L'assenza dello strato di scorrimento 25 produce una più elevata frizione a seguito del contatto metallo-resina.

Facendo riferimento alla figura 2, il numero di riferimento 10 indica una sezione trasversale di una forma di realizzazione di un elemento di tenuta ad

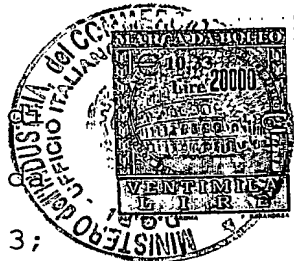
usura ridotta in materiale autolubrificante secondo l'invenzione.

L'elemento di tenuta 10 comprende una matrice polimerica 11 in PEEK in cui sono uniformemente disperse microcapsule 12 riempite con olio lubrificante. Inoltre, in figura 2 viene schematicamente illustrato il partner di scorrimento 13 dell'elemento di tenuta 10 che, sotto il carico di pressione indicato con il numero di riferimento 14, scorre lungo la superficie di scorrimento nel senso indicato dalla freccia contraddistinta dal numero di riferimento 15. Le microcapsule 12 riempite di lubrificante fluido vengono ridotte a microcapsule fratturate 16 dalla forza di taglio. Il rilascio del fluido dalle microcapsule fratturate 16, che può avvenire anche attraverso attuazione termica, lubrifica le superfici in scorrimento, determinando una riduzione del coefficiente di attrito e usura.

Nella figura 3 è visibile un pistone 21 bloccato su un'asta 22 attraverso un dado 23. Lateralmente al pistone 21 ed all'asta 22 vengono inseriti elementi di tenuta, quali anelli di tenuta 30 e 40 e anelli di guida o pattini 50, che vengono inseriti in sedi circolari 26 ricavate lateralmente rispetto al pistone 21, e anelli premistoppa 60, che vengono

inseriti in sedi circonferenziali ricavate esternamente rispetto all'asta 22.

Nelle figure 4 e 5 è mostrato una prima forma realizzazione di un anello di tenuta 30 che funge elemento di tenuta per una sede 26 della figura 3; l'anello 30 è dotato di un taglio passante 32, inclinato rispetto all'asse dell'anello 30 stesso.



Nelle figure 6 e 7 è visibile una seconda forma di realizzazione di un anello di tenuta 40 che funge da elemento di tenuta per una sede 26 della figura 3; l'anello 40 è dotato di due tagli passanti 42, inclinati rispetto all'asse dell'anello 40 stesso, che separano l'anello 40 in due parti.

I tagli 32 e 42 servono a facilitare il montaggio degli anelli 30 e 40 rispettivamente nelle sedi 26 del pistone 21 di figura 3.

Generalmente, per pistoni 21 di grandi dimensioni si utilizzano gli anelli 30, mentre per pistoni 21 più piccoli si preferiscono gli anelli 40.

Nelle figure 8 e 9 è mostrato un anello di guida o pattino 50 che funge da elemento di guida e supporto nel movimento del pistone 21; l'anello 50 è dotato di scanalature 52, inclinate rispetto all'asse dell'anello 50 stesso, che servono per operare un bilanciamento di pressione.

Nelle figure 10 e 11 è visibile un anello premistoppa 60 che funge da elemento di tenuta contro trafileamenti di gas; l'anello 60 striscia sull'asta 22 ed è inserito in una sede circonferenziale esterna all'asta 22 stessa.

Sono state fatte prove sperimentali che dimostrano l'effettivo miglioramento introdotto utilizzando un elemento di tenuta ad usura ridotta secondo l'invenzione.

È stato testato inizialmente un elemento di tenuta realizzato in un polimero denominato Ultem 1000, prodotto convenzionale della General Electric, e uno stesso elemento di tenuta realizzato in materiale polimerico a base di Ultem 1000 con incorporate microcapsule nella misura del 10% in peso.

Le microcapsule incorporate nella resina Ultem 1000 contengono un olio a bassa viscosità, in accordo ad una forma di realizzazione dell'elemento di tenuta dell'invenzione.

Le condizioni in cui sono state effettuate le prove di usura prevedevano una velocità di scorrimento pari a 300ft/min (1.524m/s), un carico di pressione pari a 200psi (13,8bar) ed una durata dei test pari a 20 ore "Run-in" ed 80 ore "steady state".



Dai risultati delle prove effettuate risulta che la velocità di usura contro acciaio della plastica Ultem 1000 che incorpora le microcapsule, prodotte in accordo con una realizzazione del metodo dell'invenzione, è ridotta di ben tre ordini di grandezza e la frizione è ridotta di un ordine di grandezza, rispetto alla resina Ultem 1000 di tecnica nota.

Inoltre si sono eseguite prove di attrito, contro acciaio temperato, condotte su un elemento di tenuta in PEEK (Viktrex PEEK 450G della GE Corporate, e su un secondo elemento di tenuta in PEEK con incorporate microcapsule di lubrificante Gargoyl in un quantitativo pari a ca. il 10% del suo peso, in accordo ad una forma di realizzazione dell'invenzione.

I risultati delle prove mostrano, per l'elemento di tenuta secondo la presente invenzione, una significativa riduzione del coefficiente di attrito, pari a ca. un ordine di grandezza.

Dalla descrizione effettuata sono chiare le caratteristiche di un elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare per cilindri e pistoni di compressori alternativi, oggetto della presente invenzione, così come sono chiari i relativi

vantaggi, mostrati anche dai risultati delle prove sperimentali effettuate e descritte sopra.

È chiaro infine che l'elemento di tenuta ad usura ridotta, in particolare per cilindri e pistoni di compressori alternativi, così concepito è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'invenzione; inoltre tutti i dettagli sono sostituibili da elementi tecnicamente equivalenti. In pratica i materiali utilizzati, nonché le forme e le dimensioni, potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze tecniche.

L'ambito di tutela dell'invenzione è pertanto delimitato dalle rivendicazioni allegate.

Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

#### RIVENDICAZIONI

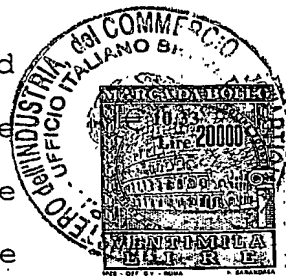
1. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) ad usura ridotta, caratterizzato dal fatto di essere realizzato almeno parzialmente in un materiale plastico autolubrificante comprendente una matrice polimerica (11), resistente all'usura, in cui sono disperse microcapsule (12), contenenti un agente lubrificante.

2. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta matrice polimerica (11) comprende un polichetone.

3. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto polichetone è un polichetone aromatico.

4. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detto polichetone aromatico è polietereterchetone (PEEK).

5. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta matrice polimerica (11) comprende una resina scelta tra polibutadiene stirene (PBS), politetrafluoroetilene (PTFE) e loro miscele.



6. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-5, caratterizzato dal fatto che dette microcapsule (12) comprendono un guscio in poliossimetilene urea (PMU).

7. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-6, caratterizzato dal fatto che dette microcapsule (12) hanno un diametro medio compreso tra 5 e 500  $\mu$ .

8. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-7, caratterizzato dal fatto che dette microcapsule (12) sono disperse in detta matrice polimerica (11) in un rapporto in peso compreso tra 2-30% in peso.

9. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-8, caratterizzato dal fatto che detto lubrificante incorporato nelle microcapsule (12) è un olio a bassa acidità.

10. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-9, caratterizzato dal fatto che detto lubrificante è un lubrificante fluido ha una viscosità compresa nell'intervallo tra 20-250 cst.

11. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-10, caratterizzato dal fatto che detto lubrificante include ulteriormente un additivo od una carica per incrementare la resistenza meccanica o la conduttività termica.

12. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che detto additivo è un microelemento scelto dal gruppo consistente in zinco, boro e loro miscele.

13. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-12, caratterizzato dal fatto di essere un anello di tenuta (30, 40) per un pistone (21) o un cilindro di un compressore alternativo.

14. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-12, caratterizzato dal fatto di essere un anello di guida (50) per un pistone (21) o un cilindro di un compressore alternativo.

15. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-12, caratterizzato dal fatto di essere un anello premistoppa (60) per un'asta (22) di un pistone (21) di un compressore alternativo.

16. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che detto anello di tenuta (30, 40) viene inserito in una sede circonferenziale (26) realizzata lateralmente ad un pistone (21) di un compressore alternativo.

17. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo la rivendicazione 14, caratterizzato dal fatto che detto anello di guida (50) presenta scanalature (52) e viene inserito in una sede circonferenziale (26) realizzata lateralmente ad un pistone (21) di un compressore alternativo.

18. Elemento di tenuta (10, 30, 40, 50, 60) secondo la rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto che detto anello di tenuta (30, 40) presenta almeno un taglio passante (32, 42), inclinato rispetto all'asse dell'anello (30, 40) stesso.

Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

SIN/



I MANDATARI  
(firma)

(per sé e per gli altri)

Fig. 1

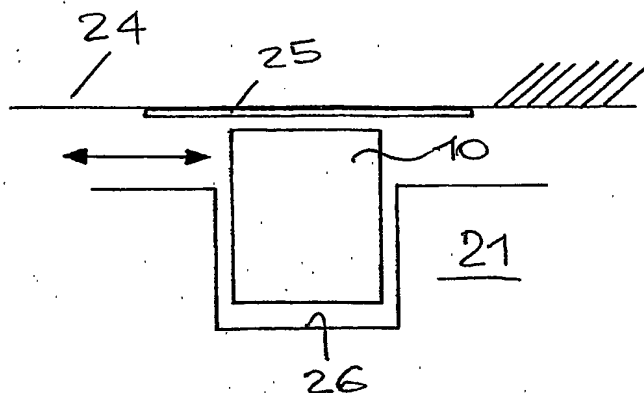
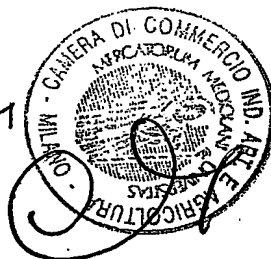
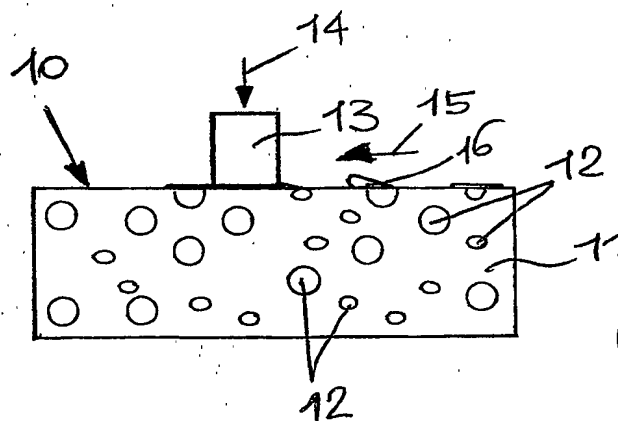


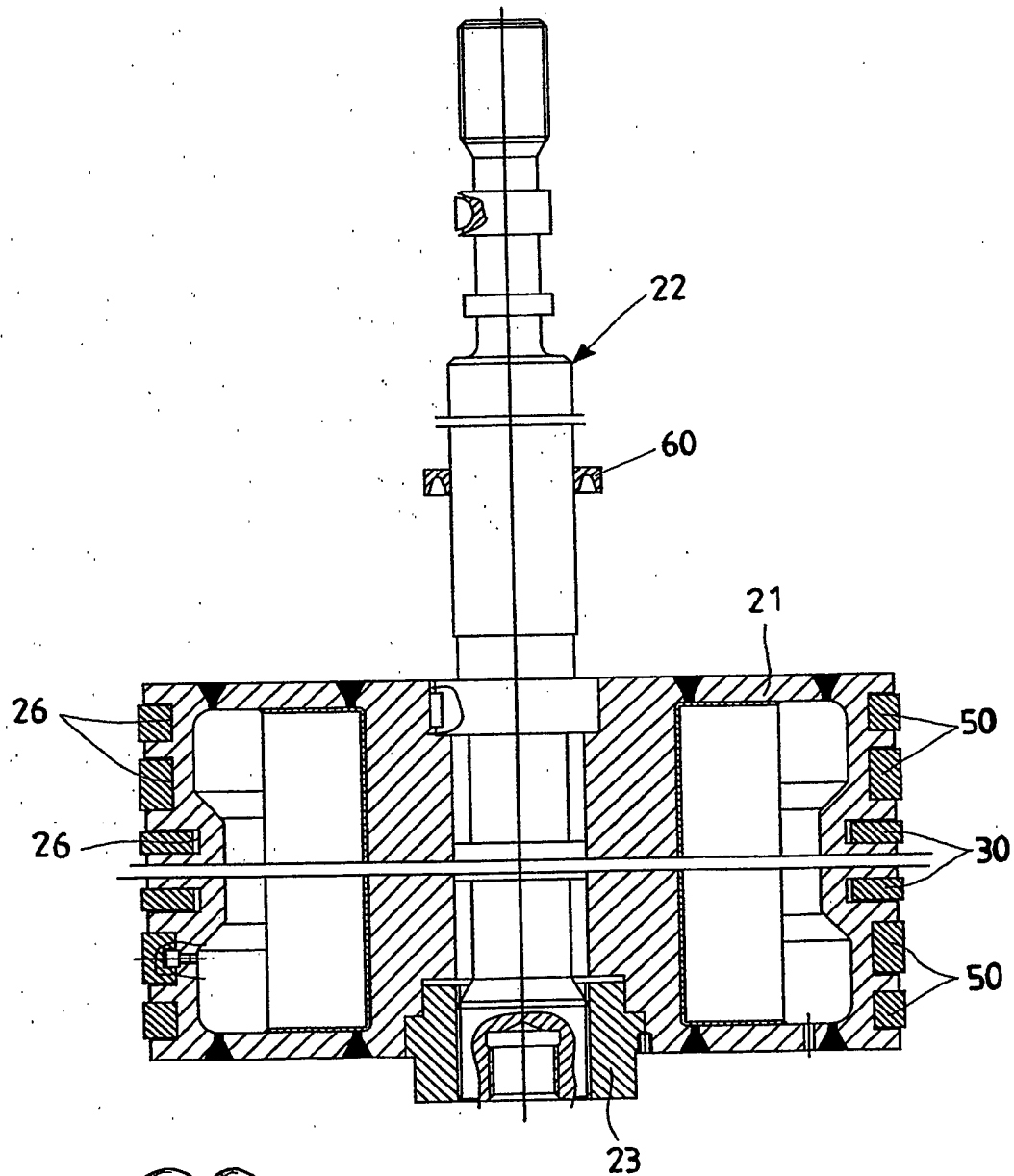
Fig. 2



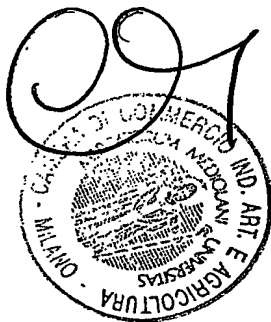
MI 2001 A 0 0 2 8 2 6

*Mo mini per*  
(per il o per gli altri)

Fig.3



MI 2001 A 0 0 2 8 2 6



*Mini*  
per gli altri



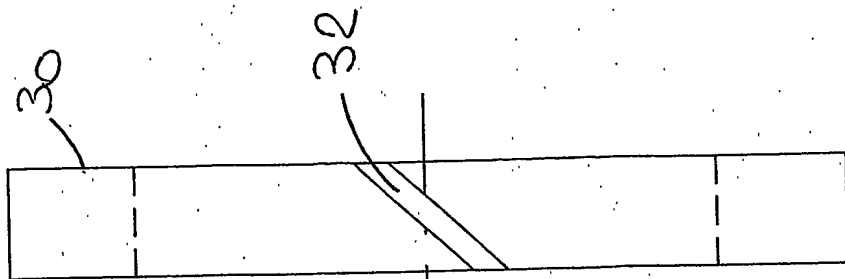


Fig. 5

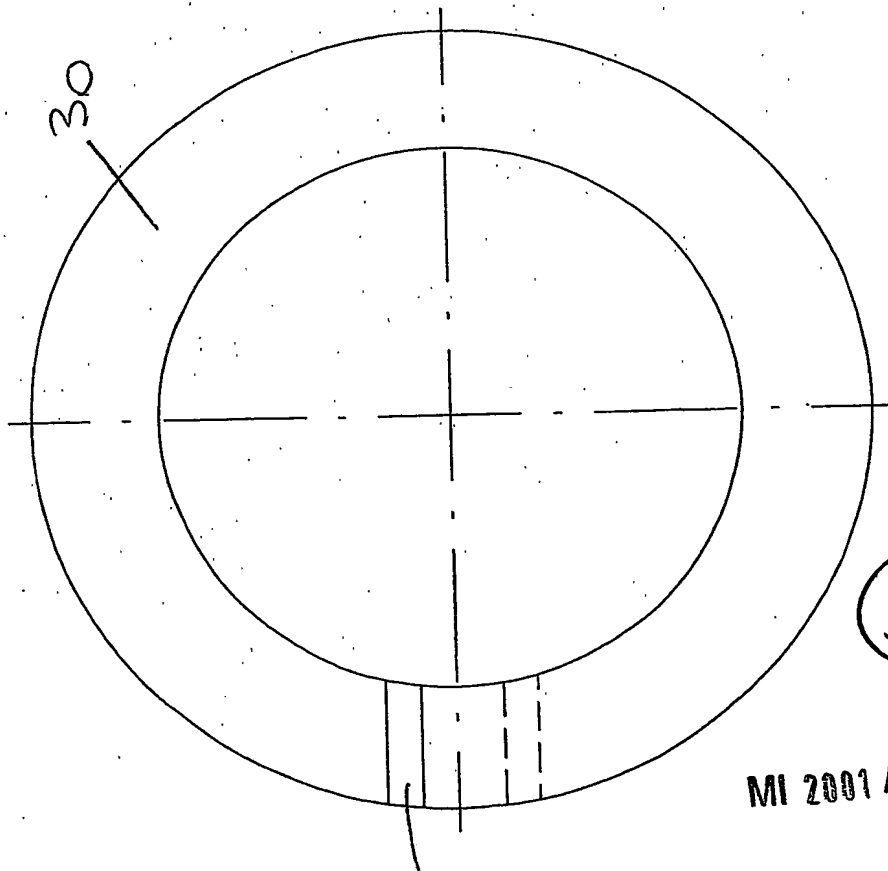
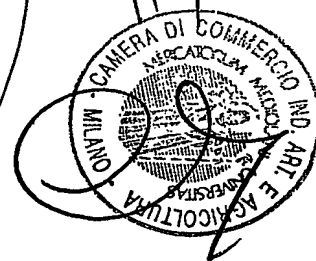


Fig. 4



MI 2001 A 0 0 2 8 2 6

*M. Minnifre*  
 12/11/2001

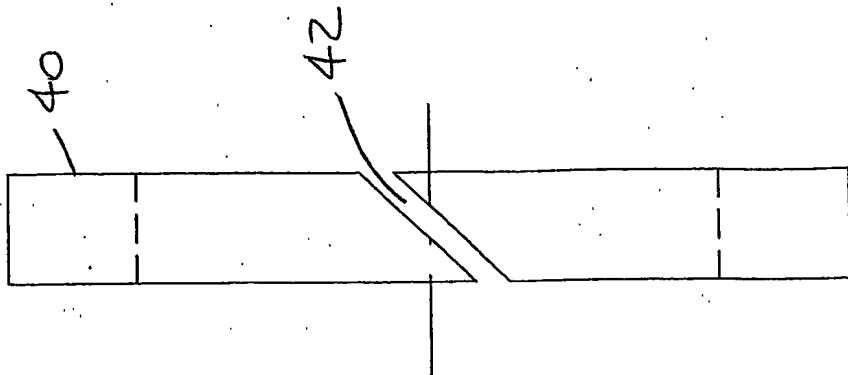
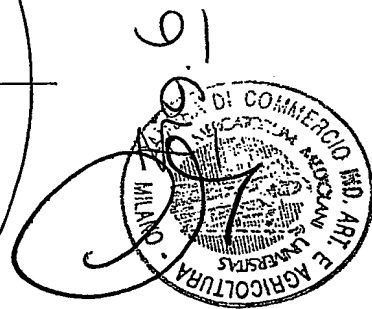
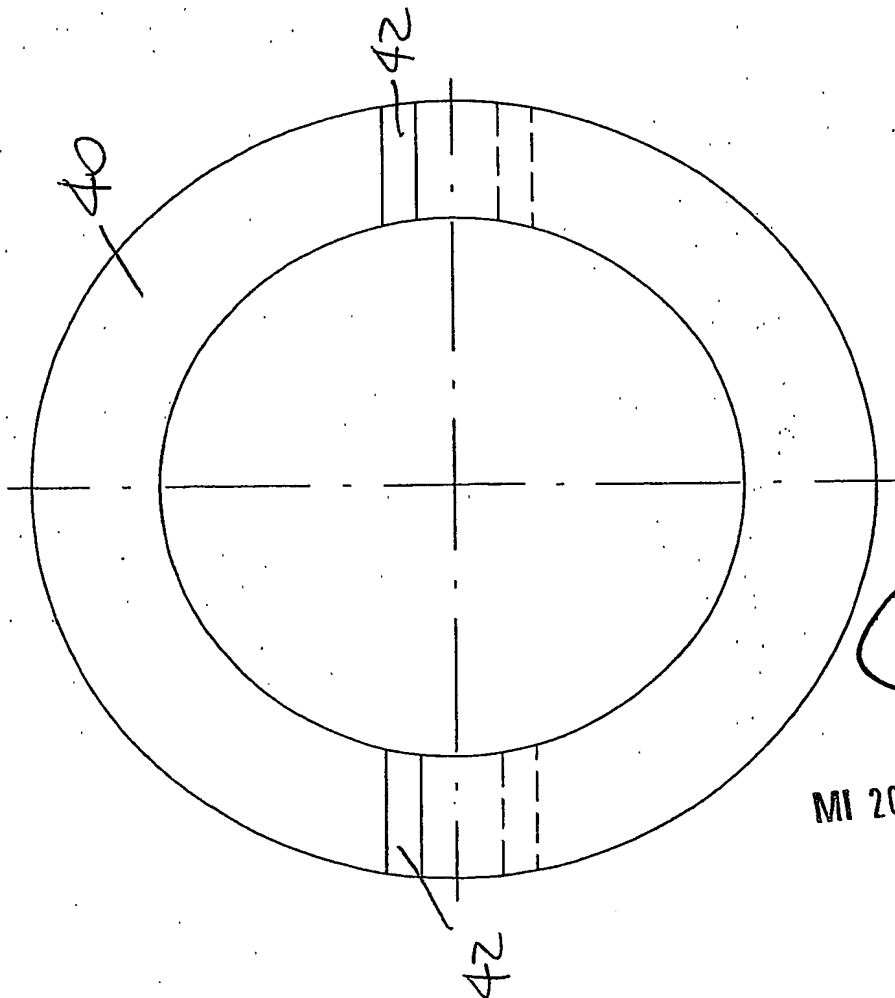


Fig. 1



MI 2001 A 0 0 2 8 2 6

I MANIFESTANTI  
 (firma) *[Signature]*  
 (per sé o per gli altri)

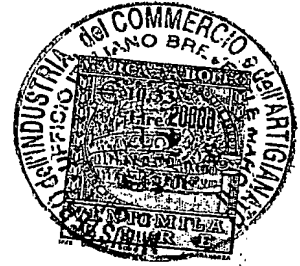


Fig. 8

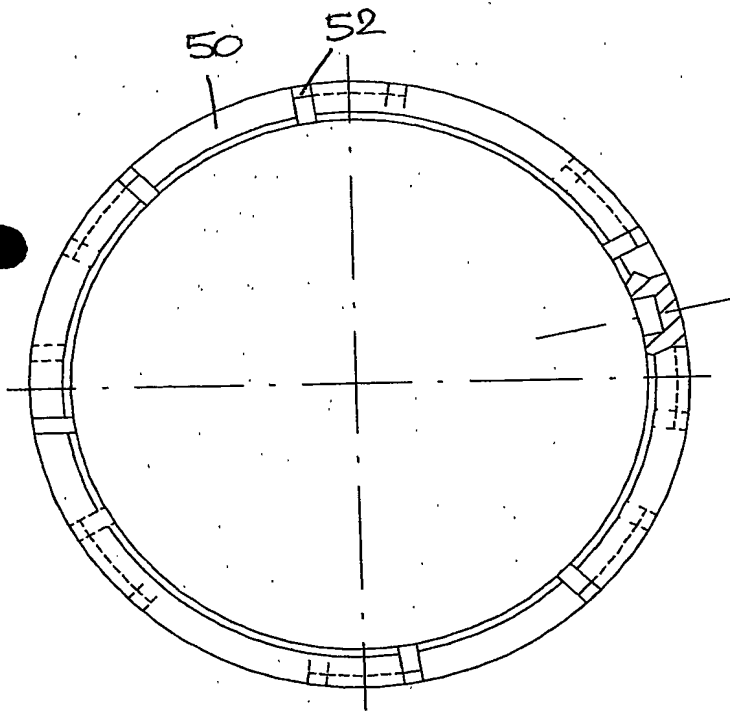
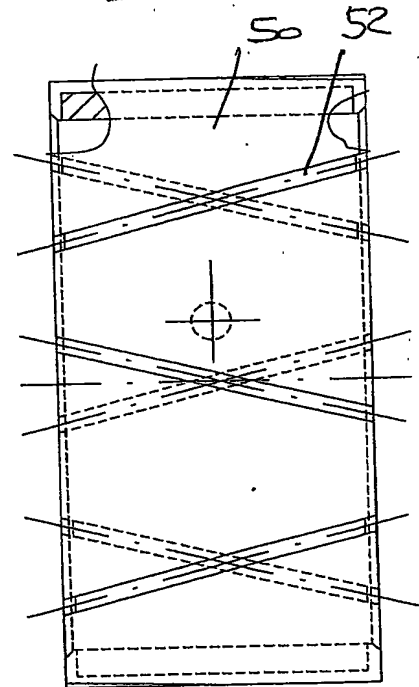
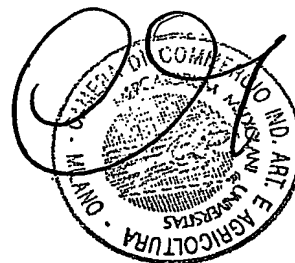


Fig. 9



MI 2001 A 0 0 2 8 2 6



(Firma) *M. Minini*  
(per il capo del dipartimento)

Fig. 10

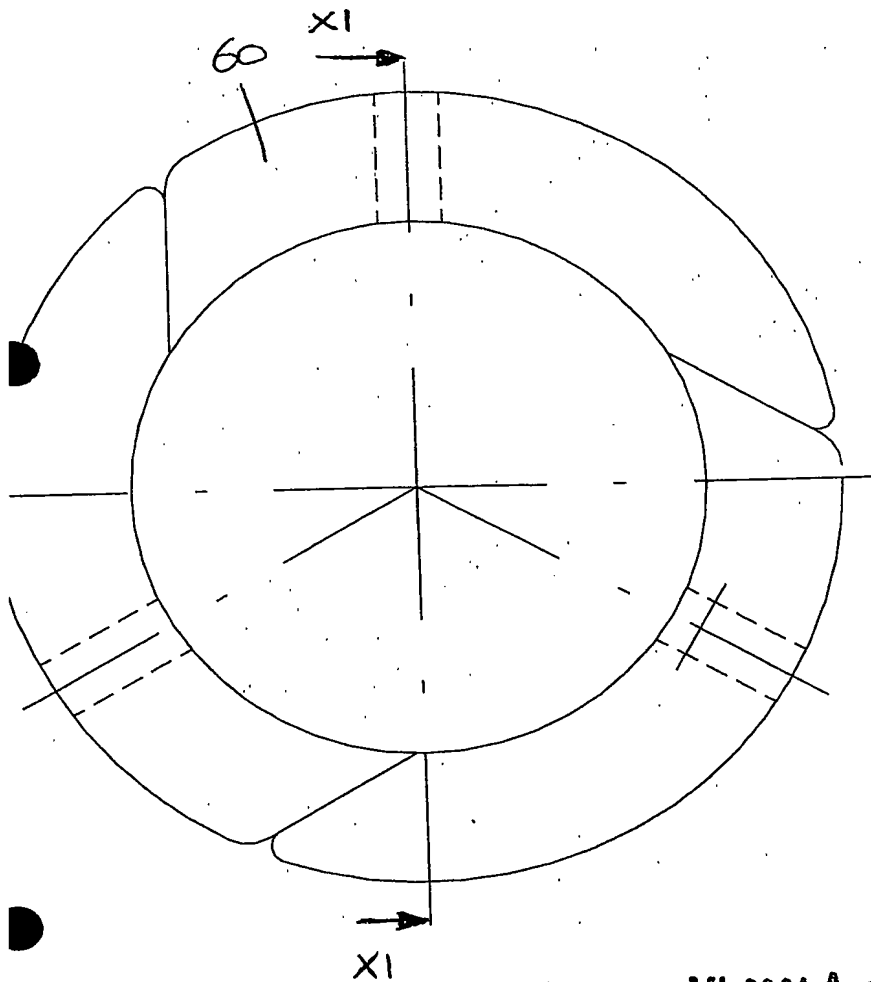
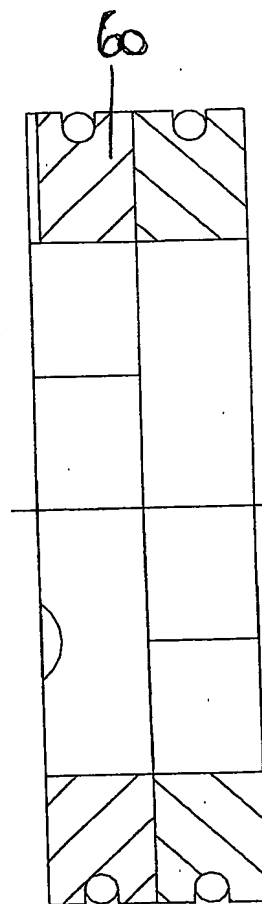
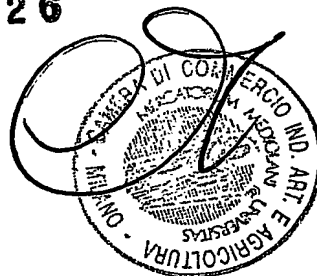


Fig. 11



MI 2001 A 0 0 2 8 2 6



1. *M. ...*  
 (Date) *...*  
 (Signature) *...*

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**